

Rekasi, Roland
Disbui. München
1987



Aus der Poliklinik für Zahnerhaltung und Parodontologie der
Universität München
Vorstand: Professor Dr. Eberhard Sonnabend

Ortsdosismessungen an vier neueren Panoramaschichtaufnahmegeräten

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Zahnheilkunde
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
ROLAND REKASI
aus Lügösch
1987



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554619_0085

Mit Genehmigung der medizinischen Fakultät
der Universität München.

Berichterstatter: Prof. Dr. E. Sonnabend
Mitberichterstatter: Prof. Dr. F. E. Stieve
Priv. Doz. Dr. Dr. E. Moser
Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 28. 4. 1987

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Material und Methode	4
2.1	Technische Daten der untersuchten Geräte	4
2.2	Beschreibung des verwendeten Meßgeräts	4
2.3	Versuchsanordnung und Versuchsdurchführung	5
3	Ergebnisse	7
4	Diskussion	18
4.1	Kritische Bewertung der Versuchsdurchführung	18
4.2	Resultate anderer Autoren	19
4.3	Vergleich mit eigenen Resultaten	19
4.4	Vergleich der in dieser Arbeit untersuchten Geräte	20
4.5	Aspekte der Röntgenverordnung	20
5	Zusammenfassung	23
6	Literaturverzeichnis	24

1 Einleitung

Auf der Grundlage der Arbeiten von HECKMANN und PAATERO (GÜPNER) konnte in den 50er Jahren das Panoramaschichtaufnahmeverfahren entwickelt werden, das bis heute einen hohen technischen Stand erreicht hat. Als diagnostisches Hilfsmittel in der zahnärztlichen Radiologie sind Panoramaschichtaufnahmen immer dann geeignet, wenn der gesamte Zahnbereich mit ausreichender Bildqualität und geringer Strahlenbelastung des Patienten abgebildet werden soll.

Die Strahlenbelastung der Geräteumgebung, der u.U. das Bedienungspersonal ausgesetzt ist, sollte dabei nicht unbeachtet bleiben. Verschiedene Autoren haben sich mit diesem Problem befaßt und Meßergebnisse publiziert (JACOBSON, FERGUSON, ROTTKE, BUCHMANN, BACHMANN). Die rasche Weiterentwicklung im Bereich der Panoramaschichtaufnahme-geräte läßt diese Untersuchungen jedoch schnell an Aktualität verlieren – wenn auch die Verweildauer der Geräte in den zahnärztlichen Praxen nicht unterschätzt werden sollte.

In dieser Arbeit nun sollen Meßergebnisse für vier neuere Panoramaschichtaufnahme-geräte dargestellt werden.

2 Material und Methode

2.1 Technische Daten der untersuchten Geräte

		Röhrenspannung [kV]	mAs-Produkt
CRANEX DC	(Soredex)	63-81 (10 Stufen)	1000
orth ORALIX C	(Philips)	55-90 (10 Stufen)	1400,1800,2400
PANELIPSE II	(General Electric)	55-100 (10 Stufen)	200-250
PANOREX II	(S.S.White)	52-89 (kontinuierlich)	~280

Alle Geräte weisen eine Filterung mit 2,5 mm Al-Gleichwert auf.

2.2 Beschreibung des verwendeten Meßgeräts

Bei sämtlichen Messungen wurde das auch zur Eichung bei der Physikalisch Technischen Bundesanstalt zugelassene Dosisleistungs- und Dosismessgerät TOL/E LB 1310¹ in Verbindung mit der Kunststoffsonde KZ 25 P verwendet. Bei dieser Sonde handelt es sich um eine in Strommeßschaltung betriebene Ionisationskammer, die hinsichtlich Wandmaterial und Gasfüllung einer Luftwandekammer entspricht. Zwei Hauptmeßbereiche sind möglich:

- | | | |
|---|--|----------------------|
| 1 | 0,3 mR/h ² – 100 mR/h (Dosisleistung) | 0,3 – 100 mR (Dosis) |
| 2 | 10 R/h – 3000 R/h (Dosisleistung) | 1 R – 300 R (Dosis) |

Die hohe Empfindlichkeit in Hauptbereich 1 wird durch Gasverstärkung erreicht, wobei der Verstärkungsfaktor über die Kammerspannung (200-2000 V) regelbar ist. Die notwendige Überprüfung der Empfindlichkeit ermöglicht eine ⁹⁰Sr-Quelle (Aktivität: 3,7 kBq) in der Stirnseite einer aufsetzbaren Hülse. Das TOL/E bietet folgende Vorteile:

- hohe Empfindlichkeit
 - Energieabhängigkeit der Anzeige kleiner $\pm 10\%$ für Röntgen- oder γ -Strahlung ab 10 keV bis zur γ -Strahlung von ²²⁶Ra und ⁶⁰Co (Abb.1).
 - geringe Abhängigkeit der Anzeige von der Richtung einfallender Strahlung
 - weitgehende Unabhängigkeit der Dosismessung von der Dosisleistung.
- Die in dieser Arbeit vorwiegend benutzten Meßbereiche haben eine Linearitätsgrenze von 1000 mR/h³.

¹ Berthold, Wildbad /Schwarzwald

² 1 R = 0,000258 C/kg

³ Bei den Messungen wurde nach Herstellervorschrift darauf geachtet, daß dieser Grenzwert nicht überschritten wurde. Eine Korrektur, wie sie BACHMANN (siehe dort S. 3) für nötig hielt, erfolgte nicht.

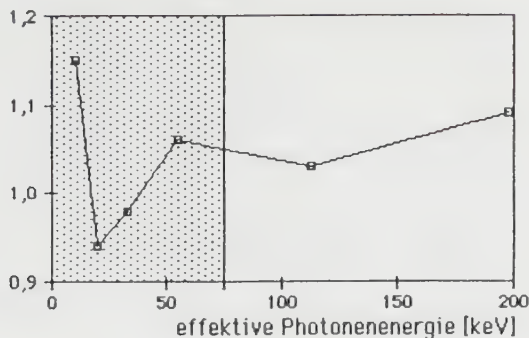


Abb. 1 Kalibrierungsfaktoren der Kunststoffsonde K2 25 P bei verschiedenen effektiven Photonenenergien (Auszug aus dem PTB-Prüfschein, Tagebuch-Nr.: 6.42-18/74). In dieser Untersuchung wurde die TOL/E Anzeige unkorrigiert übernommen, ein Kalibrierungsfaktor von 1 also angenommen, da die Energieverteilung der gemessenen Strahlung (im punktierten Bereich) nicht bekannt war.

2.3 Versuchsdurchführung

Die Präzisierung des Begriffs Ortsdosis ist Gegenstand internationaler Beratungen. Zur Zeit gilt:

„Bei Photonenstrahlung mit Grenzünergien bis 3 MeV gilt als Ortsdosis der Meßwert eines Ortsdosimeters, das zur Messung der Standard-Ionendosis frei in Luft kalibriert ist, multipliziert mit dem Faktor 0,01 Sv/R (1 rem/R). Dieses Produkt trägt die Bezeichnung „Photonen-Äquivalentdosis“ H_x .“ (HARDER)

In dieser Arbeit wurde nur die örtliche Ionendosis gemessen, eine Umrechnung erfolgte nicht.

Fünf verschiedene Versuchsphasen sind im folgenden dargestellt:

A Abhängigkeit der Dosis von der Entfernung zum Strahler

Das Zentrum des Strahler- und Filmkassettenträgerarms war bei den untersuchten Röntgenapparaten als Mittelpunkt dreier horizontaler Meßkreise gewählt mit den Radien:

r_1 : 0,75 m

r_2 : 1 m

r_3 : 1,5 m



Auf diesen Kreisen erfolgten Dosismessungen alle 30°, 0,8 m (Gonadenhöhe ~) und 1,6 m (Augenhöhe eines durchschnittlich großen Erwachsenen) über dem Bodenniveau. Die Winkelbezeichnung folgte dem Uhrzeigersinn mit der 0°-Position im Bereich der Gerätestellwand. Als Streukörper diente ein in strahlenphysikalischer Hinsicht menschenähnliches Phantom (ALDERSON-Phantom), das entsprechend den jeweiligen Einstellvorschriften für Patienten platziert war (1,6 m Augenhöhe). Die Röhrenspannung wurde bei allen Geräten auf 65 kV eingestellt⁴. Drei Messungen pro Meßort wurden schließlich durch Mittelwertbildung zu einem Resultat zusammengefasst.

B Röhrenspannungsabhängigkeit der örtlichen Ionendosis

Für verschiedene Röhrenspannungen wurde die örtliche Ionendosis bei den Winkeln 90°, 135° und 180° (bzw. 180°, 225° und 270°) auf dem 1m-Radius in 0,8m und 1,6m Höhe bestimmt. Dieser Winkelbereich war gewählt worden, weil dort die Messungen in Abschnitt A die relativ größten Ionendosen erwarten ließen.

C Anteil sekundärer Streustrahlung an den Meßresultaten

Da sich die Aufstellorte der untersuchten Geräte hinsichtlich Abmessungen und Wandbeschaffenheit unterschieden, wurde in einer dritten Versuchsreihe stichprobenartig der jeweilige Anteil sekundärer Streustrahlung (bzw. tertiärer Strahlung) am Gesamtergebnis ermittelt. Die Meßungen erfolgten mit geräteseitig abgeschirmter Kunststoffsonde (Blei, d=3mm) bei einem Winkel von 90° auf dem 0,75m- und 1m-Radius in 1,6 m Höhe.

D Überprüfung der Nutzstrahlzentrierung

Um festzustellen, inwieweit der Nutzstrahl die Schlitzblende der Kassettenehalterung überstrahlt, wurden für einen Aufnahmezyklus (ohne ALDERSON-Phantom) an deren Ober- und Unterrand Röntgenfilme (13x18 cm) befestigt. Die Auswertung erfolgte nach Entwicklung.

E Dosismessung im Rotationszentrum

Mit Röhrenspannungen von 65 kV und der jeweils maximal möglichen Spannung wurde die Dosis im Rotationszentrum gemessen (ohne ALDERSON-Phantom).

⁴ Die Röhrenspannung wurde nicht kontrolliert (s.u.)

Ergebnisse

A Abhängigkeit der Dosis von der Entfernung zum Strahler

In **Abbildung 2** sind die Meßergebnisse der vier Panoramaschichtaufnahme-geräte, jeweils nach Meßebene (0,8m und 1,6m Höhe) getrennt dargestellt. Die fehlenden Werte konnten auf Grund räumlicher Gegebenheiten nicht bestimmt werden.

Ebenfalls nach Gerät und Meßebene getrennt, zeigen die **Abbildungen 3 bis 6** den Verlauf von $10\mu\text{R}$ (2,6 nC/kg) und $25\mu\text{R}$ (6,5 nC/kg) Isodosen (Linien gleicher Dosis). Große Nähe zum jeweiligen Röntgengerät erlaubte es nicht immer, die $25\mu\text{R}$ -Isodosen in der 0,8m Ebene einzuzichnen. Auf genaue Längenangaben wurde bewußt verzichtet, da der Phantom- bzw. Patientenkopf keine punktförmige Strahlungsquelle darstellt, das quadratische Abstandsgesetz die räumliche Intensitätsverteilung also nur vereinfacht wiedergibt. Dennoch können die angegebenen Isodosen als Anhalt für die Standortwahl des Zahnarztes bzw. der HelferIn während der Aufnahme dienen.

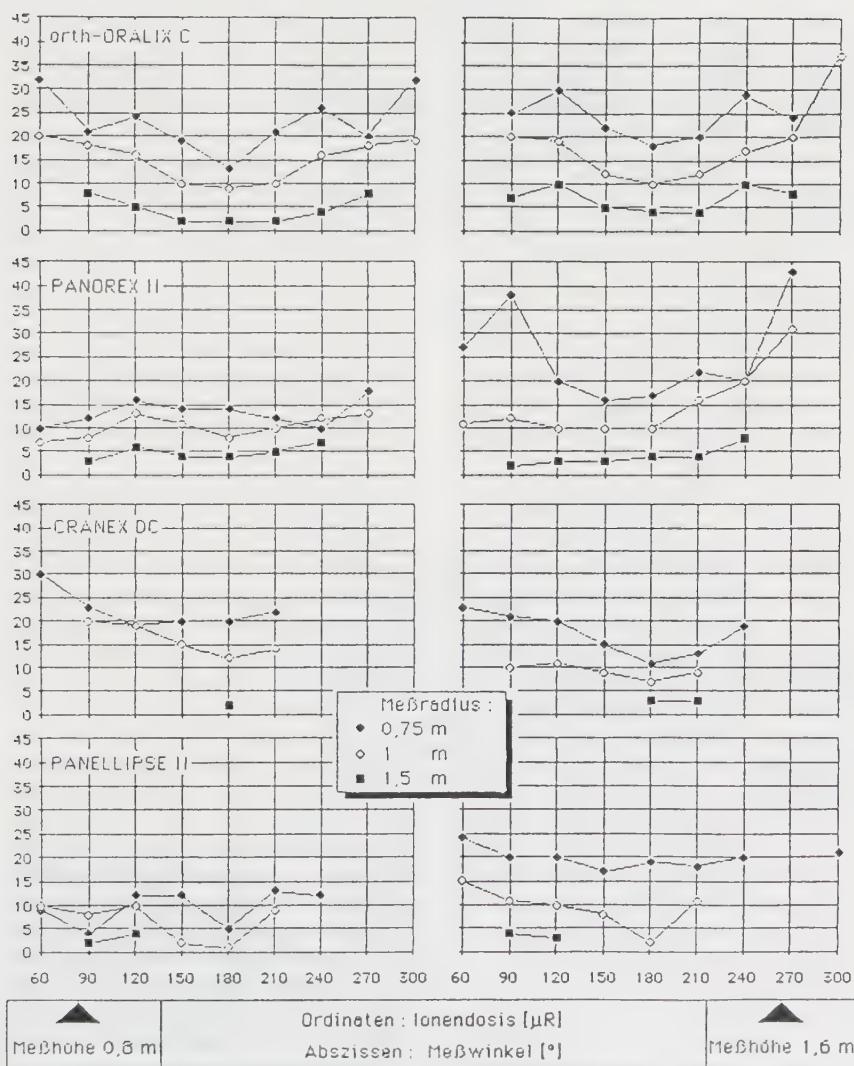
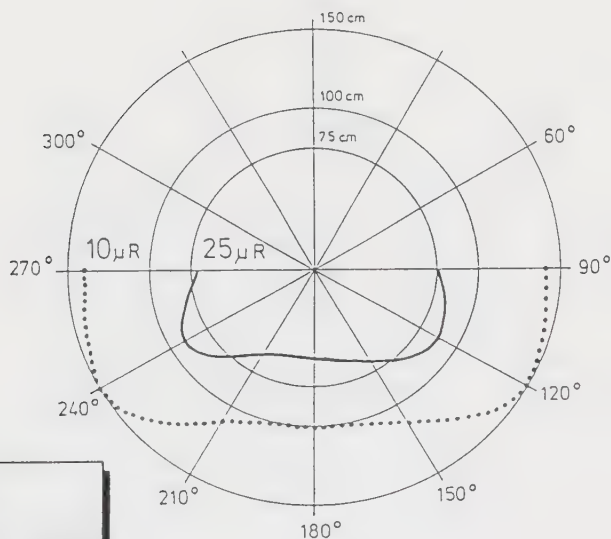
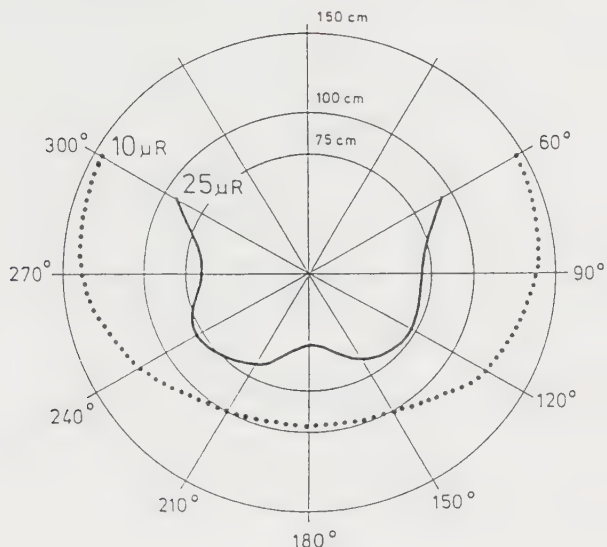


Abb 2 Darstellung der Meßergebnisse (jedem Meßwert liegt ein Aufnahmeablauf zugrunde)

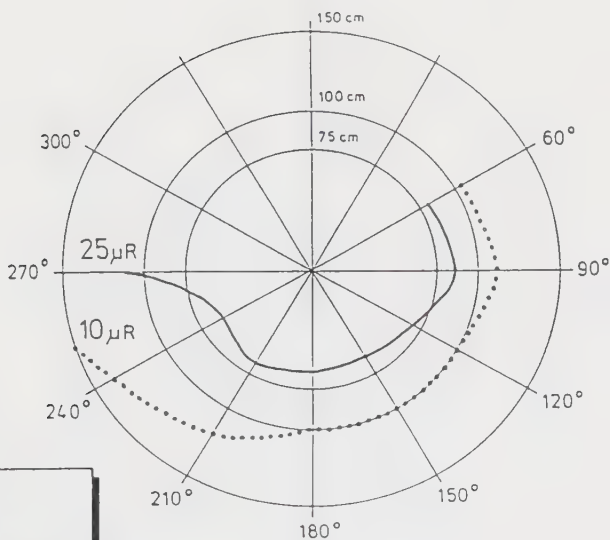
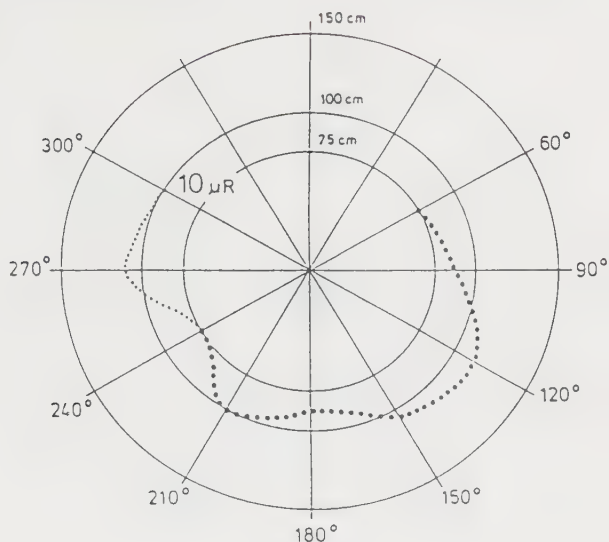
orth-ORALIX C



—	25 μ R-Isodose
....	10 μ R-Isodose
Verlauf symmetrisch zur kontra-	
lateralen Seite angenommen :	
—	25 μ R-Isodose
....	10 μ R-Isodose

Abb. 3 10 μ R- und 25 μ R-Isodosen (oben : Meßebene 0,8 m, unten : 1,6m, Rotationszentrum des Strahlerträgerarms im Zentrum, Gerätestellwand im Bereich der 0°-Position des Polarkoordinatensystems)

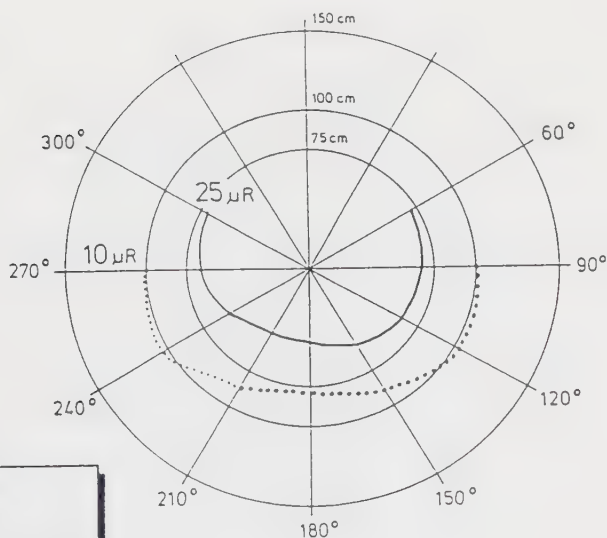
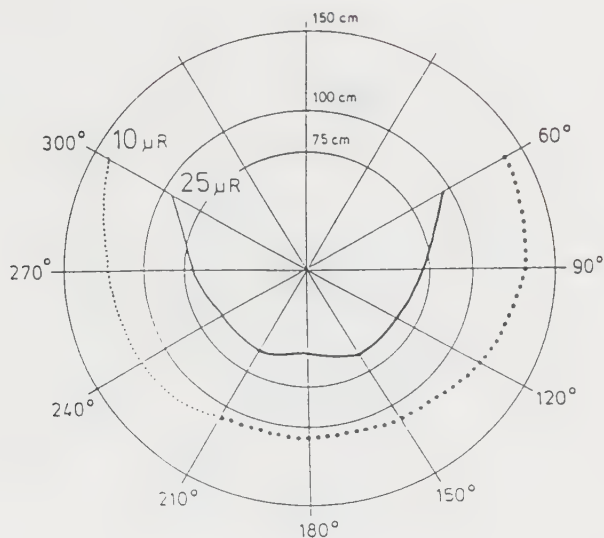
PANOREX II



—	25 μ R-Isodose
....	10 μ R-Isodose
Verlauf symmetrisch zur kontralateralen Seite angenommen :	
—	25 μ R-Isodose
....	10 μ R-Isodose

Abb 4 10 μ R- und 25 μ R-Isodosen (oben : Meßebene 0,8 m, unten : 1,6m, Rotationszentrum des Strahlerträgerarms im Zentrum, Gerätestellwand im Bereich der 0°-Position des Polarkoordinatensystems)

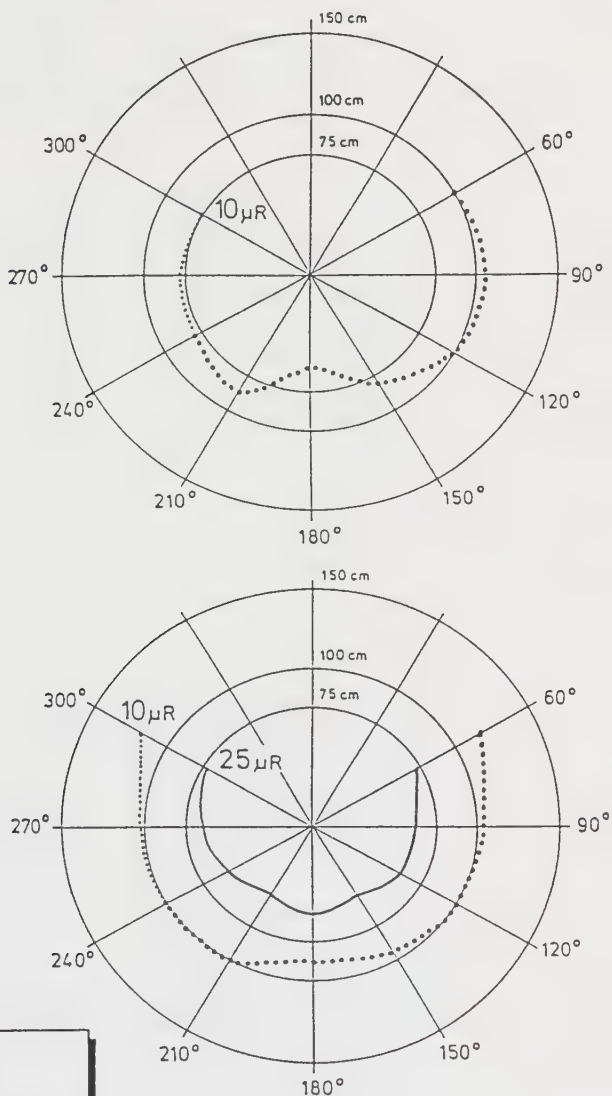
CRANEX DC



—	25 μ R-Isodose
....	10 μ R-Isodose
Verlauf symmetrisch zur kontra-	
lateralen Seite angenommen :	
—	25 μ R-Isodose
....	10 μ R-Isodose

Abb 5 10 μ R- und 25 μ R-Isodosen (oben Meßebene 0,8 m, unten 1,6m, Rotationszentrum des Strahlerträgerarms im Zentrum, Gerätestellwand im Bereich der 0°-Position des Polarkoordinatensystems)

PANELLIPSE II



—	25 µR-Isodose
....	10 µR-Isodose
Verlauf symmetrisch zur kontralateralen Seite angenommen :	
—	25 µR-Isodose
....	10 µR-Isodose

Abb. 6 10 µR- und 25 µR-Isodosen (oben : Meßebene 0,8 m, unten : 1,6m, Rotationszentrum des Strahlerträgerarms im Zentrum, Gerätestellwand im Bereich der 0°-Position des Polarkoordinatensystems)

B Anodenspannungsabhängigkeit der örtlichen Ionendosis

Aus **Abbildung 7** ist die Anodenspannungsabhängigkeit der örtlichen Ionendosis bei den untersuchten Geräten zu entnehmen.

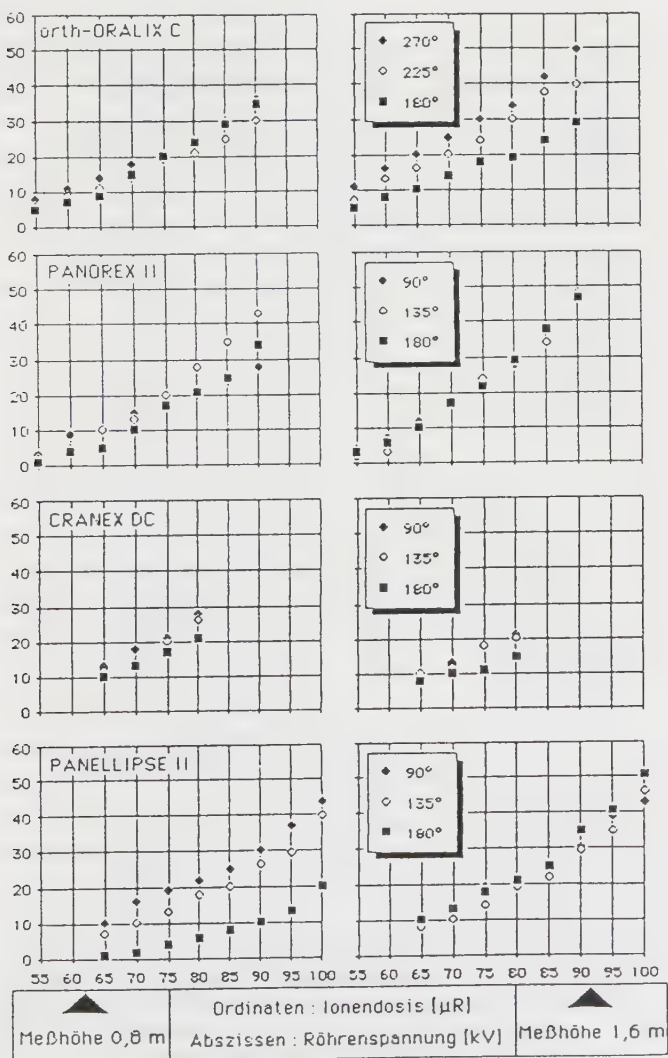


Abb 7 Anodenspannungsabhängigkeit der örtlichen Ionendosis im 1m-Abstand zum Gerätezentrum

Abbildung 8 zeigt die Meßergebnisse bei der jeweilig maximalen Röhrenspannung (siehe S. 4) für die drei Radien bei den Winkeln 90° , 180° und 270° .

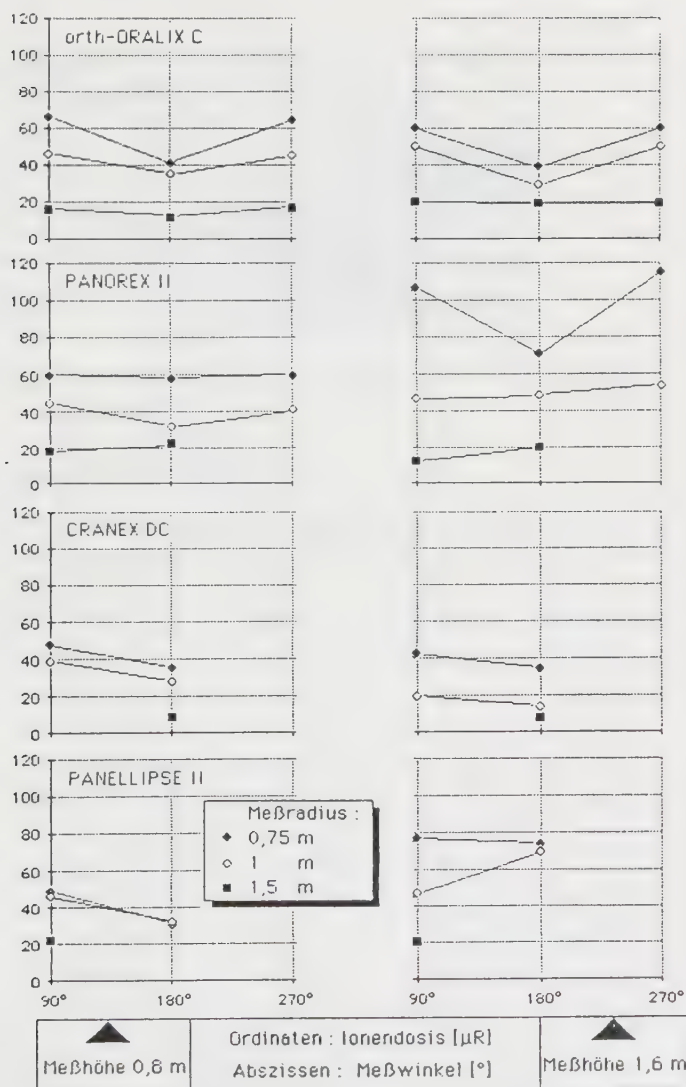


Abb. 8

C Anteil sekundärer Streustrahlung an den Meßresultaten

Tabelle 1 zeigt den prozentualen Anteil sekundärer Streustrahlung am Gesamtergebnis verschiedener Meßorte.

Röhrenspannung [kV]	65		81		90		100	
Meßkreisradius [cm]	75	100	75	100	75	100	75	100
CRANEX DC	4,8	0	7	5				
orth-ORALIX C	4	0			3,3	2		
PANELIPSE II	0	0					1,3	2,2
PANOREX II	2,6	0					1,8	2,1

Tab 1 Prozentualer Anteil sekundärer Streustrahlung am Gesamtergebnis verschiedener Meßorte

D Überprüfung der Nutzstrahlzentrierung

Nur beim CRANEX DC war eine minimale Überstrahlung der Schlitzblende am Filmkassettenträger feststellbar

E Dosismessung im Rotationszentrum

Abbildung 9 zeigt in Abhängigkeit von der Röhrenspannung die jeweilig im Rotationszentrum gemessene Dosis.

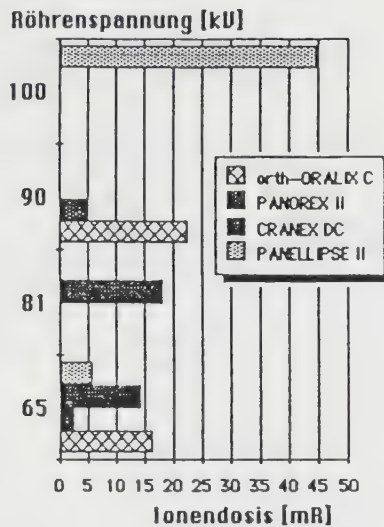


Abb. 9 Ionendosis gemessen im Zentrum der Rotation bei verschiedenen Röhrenspannungen. Im 65 kV Bereich zeigt sich, wie unterschiedlich die von den vier Panoramaschichtaufnahmegeräten bei dieser Spannung abgegebenen Dosen sind (siehe später).

Tabelle 2 gibt eine Übersicht über sämtliche Meßwerte.

Spannungsabhängigkeit der örtlichen Ionendosis [μR]Meßergebnisse [μR]

Winkel	Röhrenspannung [kV]										Radius	Meßwinkel [°]									
	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100		60	90	120	150	180	210	240	270		
270°	8	11	14	18	20	24	30	36			orth-ORALIX C	0,75 m	32	21	24	19	13	21	26	20	
225°	6	9	11	14	19	21	25	30			Meßhöhe 0,8 m	1 m	20	18	16	10	9	10	16	18	
180°	5	7	9	15	20	24	29	35				1,5 m	8	5	2	2	2	4	8		
270°	11	16	20	25	30	34	42	50			orth-ORALIX C	0,75 m	25	30	22	18	20	29	24		
225°	7	13	16	20	24	30	38	40			Meßhöhe 1,6 m	1 m	20	19	12	10	12	17	20		
180°	5	8	10	14	18	19	24	29				1,5 m	7	10	5	4	4	10	8		
90°		10	16	19	22	25	30	37	44		PANELLIPSE	0,75 m	9	4	12	12	5	13	12		
135°		7	10	13	18	20	26	29	40		Meßhöhe 0,8 m	1 m	10	8	10	2	1	9			
180°		1	2	4	6	8	10	13	20			1,5 m	2	4							
90°		10	12	19	21	24	30	39	43		PANELLIPSE II	0,75 m	24	20	20	17	19	18	20		
135°		8	10	14	19	22	29	35	46		Meßhöhe 1,6 m	1 m	15	11	10	8	2	11			
180°		10	13	18	21	25	35	41	51			1,5 m	4	3							
90°		13	18	21	28						CRANEX DC	0,75 m	30	23	19	20	20	22			
135°		12	14	20	26						Meßhöhe 0,8 m	1 m	20	19	15	12	14				
180°		10	13	17	21							1,5 m				2					
90°		10	13	18	21						CRANEX DC	0,75 m	23	21	20	15	11	13	19		
135°		10	12	18	20						Meßhöhe 1,6 m	1 m	10	11	9	7	9				
180°		8	10	11	15							1,5 m				3	3				
90°	3	9	10	15	18	20	24	28			PANOREX II	0,75 m	10	12	16	14	14	12	10	18	
135°	2	5	10	13	20	28	35	43			Meßhöhe 0,8 m	1 m	7	8	13	11	8	10	12	13	
180°	1	4	5	10	17	21	25	34				1,5 m	3	6	4	4	5	7			
90°	4	7	12	18	24	28	38	47			PANOREX II	0,75 m	27	38	20	16	17	22	20	43	
135°	2	3	10	18	24	29	34	48			Meßhöhe 1,6 m	1 m	11	12	10	10	10	16	20	31	
180°	3	6	10	17	22	29	38	47				1,5 m	2	3	3	4	4	8			
orth-ORALIX C		Höhe 0,8 m			Höhe 1,6 m			PANOREX II		Höhe 0,8 m			Höhe 1,6 m								
90 kV		Radius [m]			Radius [m]			89 kV		Radius [m]			Radius [m]								
Winkel		0,75	1,00	1,50	0,75	1,00	1,50	Winkel		0,75	1,00	1,50	0,75	1,00	1,50						
90°		66	46	16	60	50	20	90°		60	45	19	107	47	12						
180°		41	35	12	39	29	19	180°		58	32	23	71	49	21						
270°		64	45	17	60	50	20	270°		60	41		115	54							
CRANEX DC		Höhe 0,8 m			Höhe 1,6 m			PANELLIPSE II		Höhe 0,8 m			Höhe 1,6 m								
81 kV		Radius [m]			Radius [m]			100 kV		Radius [m]			Radius [m]								
Winkel		0,75	1,00	1,50	0,75	1,00	1,50	Winkel		0,75	1,00	1,50	0,75	1,00	1,50						
90°		48	39		43	20		90°		49	46	22	77	47	21						
180°		36	28	9	35	14	8	180°		31	32		74	70							
270°								270°													
Maximaldosis im Rotationszentrum [mR]																					
Röhrenspannung [kV]		CRANEX DC		orth-ORALIX C		PANELLIPSE II		PANOREX II													
65		14,4		16,2		5,8		2,7													
81		18,2																			
90				22,4				4,8													
100						45															

Tab. 2

4 Diskussion

4.1 Kritische Bewertung der Versuchsdurchführung

Eine Überprüfung der Röhrenspannung und des Röhrenstroms erfolgte nicht. Abweichungen von den jeweilig angegebenen Werten durch:

- a) Fertigungstoleranzen
- b) Netzspannungsschwankungen
- c) geräteinterne Instabilitäten während des Betriebs (z.B. durch Erwärmung)

sind nicht nur wahrscheinlich, sondern müssen angenommen werden. Die dargestellten Meßergebnisse sollten unter diesem Aspekt gesehen werden, wenn auch versucht wurde, durch Mehrfachmessung in zeitlichem Abstand einen gewissen Ausgleich zu schaffen. Daneben ist zu bedenken, daß es dem Gerätebetreiber in der Regel ebenfalls unmöglich sein dürfte, die Expositionsdaten zu kontrollieren.

In dieser Arbeit wird die Photonenenergie (Röhrenspannung) als Grundlage späterer Vergleiche zwischen den untersuchten Geräten herangezogen. Dies mag angesichts der sehr heterogenen Expositionsdaten⁵ (s. S. 4 und Abb. 9) problematisch erscheinen.

Wenn Gerät **A** z.B. bei 65 kV mehr Dosis erzeugt als Gerät **B**, kann Hersteller **A** mit Recht darauf verweisen, daß bei gleichem Patienten (und gleicher Film/Folien-Kombination s.u.) entweder bei Gerät **A** die Röhrenspannung erniedrigt oder bei Gerät **B** erhöht werden muß, um gleiche Filmschwärzung zu erzeugen. Dies würde dann zu größerem Angleich auch bei der Ortsdosisverteilung führen.

Aus folgenden Gründen wurde für diese Arbeit dennoch eine Röhrenspannung von 65 kV als Vergleichsgrundlage gewählt:

- Diese Spannung liegt in dem Bereich, der von den Geräteherstellern für Jugendliche bzw. kleine Erwachsene vorwiegend empfohlen wird. Dabei werden dann natürlich unterschiedlich empfindliche Film/Folienkombinationen angegeben. Es muß jedoch angenommen werden, daß sich der Zahnarzt schon allein aus Bequemlichkeit an diese Film/Folien-Empfehlung hält, die Dosisfrage somit nicht unbedingt praxisrelevant ist.
- Von den für die Exposition wesentlichen Faktoren sind bei den untersuchten Geräten nur wenige (in der Regel allein die Röhrenspannung) und dann auch nur in Stufen einstellbar. Gleiche Dosis im Rotationszentrum zu erzielen, ist (nahezu) unmöglich.
- Die untersuchten Geräte sind in ihren elektrischen Daten unterschiedlich genau stabilisiert. Es ist anzunehmen, daß die Röhrenspannung die für eine

⁵ Bei nahezu gleichem geometrischen Aufbau der Panoramaschichtaufnahmegeräte verschiedener Hersteller wäre eine Angleichung auch dieser Daten wünschenswert.

Vergleichsgrundlage erforderliche Genauigkeit eher erfüllt als die Dosis :

$$D = \int a \cdot i_E \cdot U_A^2 dt$$

D : Dosis a : Konstante i_E : Röhrenstrom U_A : Röhrenspannung

Da der Versuch pro Gerät jeweils etwa einen Tag benötigt, ist dieser Punkt nicht unwesentlich.

Bei jedem Gerät unter den Versuchsbedingungen angefertigte Röntgenaufnahmen zeigten darüberhinaus in allen Fällen ein beurteilbares Bild mit vernünftigen Bildumfang (Differenz der höchsten und geringsten vorkommenden Schwärzung (SCHÖN))

4.2 Resultate anderer Autoren

Bisherige Veröffentlichungen sind nur begrenzt mit eigenen Resultaten vergleichbar, da die Versuchsbedingungen z.T. sehr verschieden sind.

JACOBSON und FERGUSON bestimmten 1971 mit Thermolumineszenzdosimetern an damaligen Panoramaschichtaufnahmegeräten die örtliche Ionendosis. Bei einer Röhrenspannung von 90 kV, einem Röhrenstrom von 13 mA, einer Filterung mit 1,84 Al-Gleichwert und einer Meßhöhe von 112,5 cm maßen sie an einem unserer 90°-Position entsprechenden Ort :

für den Radius $r = 0,75$ m	$\sim 300 \mu R$
für den Radius $r = 1$ m	$\sim 170 \mu R$
für den Radius $r = 1,5$ m	$\sim 75 \mu R$

ROTTKE und BUCHMANN errechneten eine "Standard-Ionendosis/Aufnahme", nach der eine Person in 0,75 m Abstand vom Rotationszentrum des Strahlerträgerarms folgenden Dosen/Aufnahme ausgesetzt wäre :

100 μR	in	90°, 180°, 270°
150 μR	in	45°, 135°, 225°, 315°

In einem Abstand von mehr als 1,5 m soll die absorbierte Dosis kleiner als 50 μR sein.

BACHMANN führte seine Messungen mit 60 kV Röhrenspannung durch. Er verglich drei Geräte (ORTHOPANTOMOGRAPH, DENTALOMOGRAPH, PANOREX) und stellte fest, daß bereits geringe Spannungsvergrößerung einen deutlichen Dosisanstieg ergab. So waren z.B. bei 90 kV, 1m Abstand und 0,8m Höhe, bei der 90°-Position Werte von 64 bis 94 μR zu messen. In der 1,6 m Ebene trat sogar ein Meßwert von 227 μR auf.

4.3 Vergleich mit eigenen Resultaten

Zwischenzeitlich erhöhte Filterung sowie andere Bemühungen der Hersteller

haben zu erfreulicher Reduktion der Strahlenbelastung in der Geräteumgebung geführt.

Verglichen mit den Resultaten von JACOBSON und FERGUSON weichen unsere Ergebnisse deutlich nach unten ab:

	<u>eigene Untersuchung</u>	<u>FERGUSON</u>
0,75 m Abstand	48 μ R (CRANEX DC) – 66 μ R (orth-ORALIX C)	300 μ R
1 m	39 – 46 μ R	170 μ R
1,5 m	16 – 22 μ R	75 μ R

Deutlich ist ebenfalls der Unterschied zu den Resultaten von ROTTKE und BUCHMANN. Im Durchschnitt 50 % weniger Ionendosis erbrachten die eigenen Messungen.

Die Werte von BACHMANN sind den unseren schon sehr nahe, wenn auch etwas größer. Hier ist noch zu erwähnen, daß die in dieser Arbeit untersuchten Panoramaschichtaufnahmegeräte einen wesentlich besser auf die Schlitzeblende an der Kassettenhalterung eingeblendeten Nutzstrahl aufwiesen.

4.4 Vergleich der in dieser Arbeit untersuchten Geräte

Bei 65 kV in 0,8m Höhe wies der CRANEX DC die höchsten Ortsdosen auf, gefolgt von annähernd gleichen Werten beim orth-ORALIX C. Wie **Abbildung 9** erwarten läßt, zeigen PANOREX II und PANELLIPSE II niedrigere Werte.

Der CRANEX DC wies die geringsten Schwankungen zwischen den verschiedenen Meßpunkten auf.

Bei der Vergrößerung des Abstands von 0,75m auf 1m kam es zu einer durchschnittlich 30 %igen Dosisreduktion, bei einer Vergrößerung auf 1,5m zu einer Reduktion von etwa 75 %.

Höchstwerte ergaben sich jeweils für die 60°-Position.

Die Dosen in der Röhrenebene (1,6m Höhe) sind grundsätzlich höher als in der 0,8m Ebene.

Eine Vergrößerung der Röhrenspannung läßt die Ortsdosis mit etwa 1 μ R/kV ansteigen. Der größte gemessene Dosiswert war 51 μ R.

Zusammenfassend ist festzustellen: Bei 65 kV und 1,5m Abstand vom Gerätezentrum war die örtliche Ionendosis in keinem Fall größer als 10 μ R.

4.5 Aspekte der Röntgenverordnung (14.1.1987)

Die Röntgenverordnung unterscheidet verschiedene Bereiche:

Kontrollbereiche sind die "Bereiche in denen Personen im Kalenderjahr höhere Körperdosen aus Ganzkörperexposition als 15 mSv ⁶ erhalten können."

⁶ 1 mSv = 0,1 rem

§ 19(1)

Überwachungsbereiche sind nicht "zum Kontrollbereich gehörende betriebliche Bereiche, in denen Personen im Kalenderjahr höhere Körperdosen aus Ganzkörperexposition als 5 mSv erhalten können" (§ 19 (2))

Weiterhin gilt für die Dosisgrenzwerte nicht strahlenexponierter Personen, zu denen man Zahnärzte sowie Hilfspersonal rechnen muß nach § 32 (2) :

"Die Körperdosis infolge Ganzkörperexposition darf außerhalb [des Kontroll- und Überwachungsbereichs] im Kalenderjahr 1,5 mSv [= 0,15 rem] nicht überschreiten"

Wenn man nun in einer vereinfachenden Modellvorstellung die jeweilig höchste gemessene Dosis der beiden Ebenen 0,8m und 1,6m für einen bestimmten Abstand und Winkel als Ganzkörperdosis auffaßt, so läßt sich für diese Position die maximal mögliche Aufnahmezahl pro Jahr, die den Grenzwert zum Überwachungsbereich (1,5 mSv (= 0,15 rem))⁷ nicht überschreiten läßt, berechnen

180°-Position, 1,5m Abstand

CRANEX DC	37500 Aufn./a
orth ORALIX C	75000 Aufn./a
PANELIPSE II	50000 Aufn./a
PANDREX II	37500 Aufn./a

Bei einer Annäherung auf 0,75m ändert sich die Situation erheblich :

180°-Position :

CRANEX DC	7500 Aufn./a
orth ORALIX C	8333 Aufn./a
PANELIPSE II	7895 Aufn./a
PANDREX II	8824 Aufn./a

Höhere Röhrenspannungen ziehen natürlich ebenfalls eine Verminderung der jährlich möglichen Aufnahmezahl nach sich.

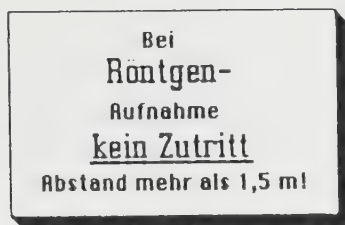
In der 90°-Position sind die Dosiswerte bedeutend höher. Für einen Abstand von 0,75 m ergibt sich :

orth ORALIX C	18750 Aufn./a
PANELIPSE II	37500 Aufn./a
PANDREX II	50000 Aufn./a

⁷ Für Röntgenstrahlung gilt näherungsweise 1 R = 1 rem (1 C/kg = 38,8 Sv)

Schlußfolgerungen :

- Eine Aufstellung von Panoramaschichtaufnahmegeräten in eigenen Räumen sowie Schutzkleidung für das Bedienungspersonal sind nicht erforderlich.
- während der Einschaltzeit ist der Abstand, den das (maximal ausgezogene) Spiralkabel des Auslöseschalters ermöglicht, ausreichend
- Personendosimeter und das Zählen der angefertigten Aufnahmen können empfohlen werden
- Ein Warnschild muß während der Einschaltzeit auf den Kontrollbereich hinweisen :



5 Zusammenfassung

Vier neuere Panoramaschichtaufnahmegeräte wurden im Hinblick auf die Strahlenbelastung der Umgebung untersucht. Maßgebende Kriterien waren:

- örtliche Ionendosis bei verschiedenen Abständen zum Gerätezentrum
- Anodenspannungsabhängigkeit der Ortsdosis
- Zentrierung des Nutzstrahls

Mit einer Röhrenspannung von 65 kV wurden in Abständen von 0,75m, 1m und 1,5m zum Drehpunkt des Strahlerträgerarms bei Winkeln zwischen 60° und 300° in 0,8m und 1,6m Höhe insgesamt 1182 Messungen durchgeführt (Berthold TOL/E). Als Streukörper diente das ALDERSON-Phantom.

Anhand der gewonnen Daten läßt sich folgern

- zwischen den untersuchten Geräten bestehen keine wesentlichen Unterschiede
- in 1,5m Abstand sind ohne Schutzkleidung bis zu 50000 Aufn./a möglich, ohne daß eine Ionendosis von 0,5 rem/Jahr⁶ überschritten wird.
- die in dieser Arbeit angegebenen Isodosen geben einen Überblick über die an verschiedenen Standorten zu erwartenden Ionendosen.

⁶ 1 rem = 0,01 Sv

6 Literaturverzeichnis

- BACHMANN, J. : Vergleichende Ortsdosismessungen im zahnärztlichen Praxisraum an drei Panorama-Schichtaufnahme-Geräten unter besonderer Berücksichtigung des Kontroll- und Überwachungsbereiches. Med Diss. München 1978
- GÜPNER, B. : Untersuchung über die Qualität von Panoramaschichtaufnahmen der Geräte ORTOPANTOMOGRAPH, CRANEX DC und ORTH ORALIX. Med Diss München 1985
- HARDER, D. : Einführungsbeitrag zur Neufassung der Norm DIN 6814 Teil 3 "Dosisgrößen und Dosisseinheiten". Strahlentherapie 161, 113-122 (1985)
- JACOBSON, A.F., FERGUSON, J.P. : Evaluation of an S.S. White Panorex X-Ray machine. Oral Surg 36, 426-442 (1973)
- REGULLA, D.F. : Strahlenschutzmessungen in der Zahnmedizinischen Praxis. Zahnärztl Prax 27, 454-458 (1976)
- REGULLA, D.F., RICCI, A. und SONNABEND, E. : Dosismessungen bei Panorama-Röntgenaufnahmen des Gebisses mit Thermolumineszenzdosimetern. Dtsch Zahnärztl Z 27, 14-21 (1972)
- ROTTKE, B., BUCHMANN, F. : Strahlenschutzverhältnisse an einem Panorama-Schichtgerät. Quintess Zahnärztl Lit 10, 127-134 (1974)
- SAUTER, E. : Grundlagen des Strahlenschutzes. München 1982
- SCHÖN, H. (Hrsg.) : Medizinische Röntgentechnik. Bd I Physikalische und technische Grundlagen. 4. Auflage Stuttgart 1979
- SONNABEND, E. : Strahlenexposition und Strahlenschutz. Dtsch Zahnärztl Z 22, 126-140 (1967)
- SONNABEND, E. : Zur Dosis bei Panorama-Röntgenaufnahmen. Dtsch Zahnärztl Z 27, 984-992 (1972)

Lebenslauf

Name : Roland Rekasi
Geb.datum : 30.11.1956
Geb.ort : Lugosch/Rumänien
Konfession : Röm.kath.
Eltern : Karl Rekasy, Oberarzt
Susanne Rekasy, geb. Haas, Hausfrau

Ausbildung

1963-1971 Volksschule in Lugosch/Rumänien
1971-1975 Lyzeum in Lugosch/Rumänien
1975 Abitur
1976-1980 Studium der Zahnheilkunde in Temeschburg/Rumänien
1980-1984 Studium der Zahnheilkunde an der LMU München
1984 Zahnärztliche Prüfung

Seit 1985 Assistenzzahnarzt bei Dr. P. Schupp, Immendingen

